



ดวงกมล เรือนงาม : การสกัดสารแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *Haematococcus pluvialis*

(EXTRACTION OF ASTAXANTHIN FROM *Haematococcus pluvialis*)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ กวสันต์, 93 หน้า.

งานวิจัยนี้ประกอบด้วยสองวัตถุประสงค์หลัก วัตถุประสงค์แรกเป็นการหาความสามารถในการละลายของสารแอสตาแซนทินในสภาวะคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวดซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการออกแบบระบบการสกัด จากข้อมูลการละลายนี้ ทำให้ทราบว่าเมื่อใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวดในการสกัดสารแอสตาแซนทินด้วยกระบวนการที่ใช้ในปัจจุบัน ทำให้ต้องใช้เวลานานเพื่อให้ได้ปริมาณสารแอสตาแซนทินเท่ากับการสกัดด้วยวิธีทำละลาย ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของวัตถุประสงค์ที่สองเพื่อทดลองหาวิธีอื่นที่เป็นไปได้เพื่อลดเวลาในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระชนิดนี้จากสาหร่าย *Haematococcus pluvialis* ได้แก่วิธีใช้คลื่นอัลตราซาวด์ร่วมกับแลมโพรเวฟร่วมกับตัวทำละลายอินทรีย์

ในการศึกษาเรื่องความสามารถในการละลายของสารแอสตาแซนทินในสภาวะคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวดในส่วนแรก ใช้วิธีไดนามิกโดยใช้เครื่องมือสกัดสารที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มความดันให้แก่ระบบในช่วง 20-40 เมกะพาสกาล ค่าการละลายของสารแอสตาแซนทินเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความดันให้แก่ระบบเป็นการเพิ่มความหนาแน่นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือเป็นการเพิ่ม solvent power ในขณะที่การเพิ่มอุณหภูมิในช่วง 40-80°C ความหนาแน่นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงแต่กลับได้ค่าการละลายของสารแอสตาแซนทินมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการเพิ่มอุณหภูมิให้ระบบเป็นการเพิ่มความดันไอของตัวถูกละลาย และเมื่อนำค่าการละลายที่ได้จากการทดลองมาใช้ในการหาพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลองที่เลือกมา 3 แบบจำลอง พบว่าแบบจำลองที่ใช้ equation of state (Peng Robinson) สามารถทำนายค่าการละลายของแอสตาแซนทินได้ดีที่สุด และเมื่อประเมินประสิทธิภาพในการสกัดโดยเปรียบเทียบกับปริมาณสารแอสตาแซนทินที่ละลายต่อหน่วยปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงแรกของการสกัดกับความสามารถในการละลายที่คำนวณได้จากแบบจำลอง พบว่าระบบการสกัดสารแอสตาแซนทินด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวดจากสาหร่าย *Haematococcus pluvialis* ที่พบในรายงานวิจัยที่ผ่านมา นั้น โดยทั่วไปแล้วมีข้อจำกัดเรื่องการถ่ายโอนมวลสาร ทำให้ใช้เวลาในการสกัดนาน

ส่วนที่สองของงานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องการสกัดสารแอสตาแซนทินด้วยวิธีต่างๆ จากสาหร่าย *Haematococcus pluvialis*. โดยปัจจัยที่สำคัญที่ศึกษาได้แก่ คุณสมบัติของตัวทำละลาย เวลา อุณหภูมิ มีอิทธิพลต่อปริมาณสารแอสตาแซนทินที่สกัดได้ พบว่าสารดังกล่าวสามารถสกัดได้ดีด้วยตัวทำละลายอะซิโตน การใช้คลื่นไมโครเวฟช่วยร่วมกับการใช้ตัวทำละลายอะซิโตนในการสกัดที่อุณหภูมิ 75°C สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดได้ถึง 74% โดยใช้เวลาเพียง 5 นาที ด้วยประสิทธิภาพที่เท่ากันแต่เปลี่ยนวิธีการสกัดสารโดยใช้คลื่นเหนือเสียงเป็นตัวช่วยในการสกัดร่วมกับอะซิโตน พบว่าใช้เวลาในการสกัดนานถึง 45 นาที แต่ใช้อุณหภูมิต่ำกว่า คือ 45°C

ภาควิชา...วิศวกรรมเคมี

ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา...วิศวกรรมเคมี

ลายมือชื่อ อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2553



5071863321 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING

KEY WORDS: SOLUBILITY OF ASTAXANTHIN / DYNAMIC METHOD /
 PENG-ROBINSON/ EXTRACTION EFFICIENCY / ULTRASOUNDS-ASSISTED
 EXTRACTION/ MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION

DUANGKAMOL RUEN-NGAM: EXTRACTION OF ASTAXANTHIN FROM
Haematococcus pluvialis. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. PRASERT
 PAVASANT, Ph.D., 93 pp.

The astaxanthin extraction work comprised two main objectives. The first objective described the fundamental information of solubility of astaxanthin in supercritical carbon dioxide. From this first part we found that most supercritical CO₂ (SC-CO₂) extraction for astaxanthin extractions from *H. pluvialis* were operated at the mass transfer limitation, resulting in long extraction time requirement to obtained similar astaxanthin recovery, compared with other organic solvent extraction methods. This led us to the second objective to examine other extraction methods for extraction of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis* such as y ultrasound-assisted and microwave-assisted organic solvent extractions.

In the first section, the dynamic method was employed to determine the solubility of astaxanthin in SC-CO₂. The results demonstrated that the solubility of astaxanthin increased with pressure in the range of 20-40 MPa because of an increasing density of CO₂ at higher pressure which allowed a better contact between the solute and solvent. An increase in temperature in the range of 40-80°C also enhanced the solubility of astaxanthin in spite of the drop in CO₂ density. This was because an increase in temperature raised the vapor pressure of solute which allowed a faster sublimation of astaxanthin, and this effect was believed to overcome the drop in CO₂ density. The experimental solubility data of astaxanthin was fitted to three selected models, among the, the equation of state (Peng Robinson) was found to best describe the solubility of astaxanthin over the entire range of temperature and pressure examined in this work. Such optimal solubility model was employed to evaluate the extraction efficiency of the previously reported experimental extraction data in literature. In SC-CO₂ extraction process, the solubility of astaxanthin from *H. pluvialis* was limited by to the mass transfer, causing long extraction time required for the process.

In the second section, the various extraction techniques were examined for astaxanthin extraction from *Haematococcus pluvialis*. The parameters such as solvent properties, time and temperatures were found to affect the level of astaxanthin recovery. Acetone was found to provide the highest astaxanthin content in the extract. The microwave-assisted extraction method with acetone as solvent achieved the highest amount of astaxanthin content (74% extraction efficiency at 75°C) within a very short extracting time (5 min). To reach a similar level of extraction efficiency, the ultrasound-assisted extraction with acetone as solvent required an extended extraction time (45 min), but this could lower the temperature down to 45°C.

Department Chemical Engineering

Student's signature.....

Field of study Chemical Engineering

Advisor's signature.....

Academic year 2010